

بررسی کیفیت شیمیایی آب شرب مصرفی دام و طیور در شهرستان‌های مختلف استان اصفهان

• حسین ایراندوست

بخش تحقیقات علوم دامی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اصفهان، ایران.

• حمید محمدزاده (نویسنده مسئول)

دانشگاه تبریز، دانشکده کشاورزی، گروه علوم دامی.

تاریخ دریافت: مرداد ۱۳۹۵ تاریخ پذیرش: دی ۱۳۹۵

شماره تماس نویسنده مسئول: ۰۹۱۴۳۰۹۴۲۰۸

Email: hamidmh@tabrizu.ac.ir

چکیده

جهت بررسی کیفیت شیمیایی آب شرب مصرفی دام و طیور در استان اصفهان، در تیر ماه سال ۱۳۹۳ از تعداد ۱۱۴ حلقه چاه از شهرستان‌های مختلف استان اصفهان نمونه برداری شد. مناطق سمیرم و نائین به ترتیب بهترین و بدترین کیفیت آب را نشان دادند. به طور متوسط غلظت مواد جامد محلول (TDS) در کل استان برابر با ۸۷۶/۱ میلی‌گرم در لیتر و متوسط هدایت الکتریکی (EC) آن ۱۳۷۳/۸ میکروموس بر سانتیمتر بود که وضعیت مطلوبی را نشان داد. کمترین غلظت TDS و EC در آب شهرستان‌های سمیرم، فریدن و زرین‌شهر و بیشترین میزان آنها مربوط به شهرستان نائین بود ($P < 0/05$). غلظت سدیم، پتاسیم، کلسیم، منیزیم، سختی، سولفات، نیترات و نیتريت در آبهای استان پائین‌تر از حداکثر مقدار استاندارد بودند. سمیرم و نائین به ترتیب کمترین و بیشترین مقدار کلسیم، منیزیم و سختی آب را داشتند ($P < 0/05$). غلظت نیترات در آب شهرستان نجف آباد از بقیه شهرستان‌ها بالاتر بود ($P < 0/05$). سختی کل همبستگی مثبتی با غلظت کلسیم، منیزیم، نمک‌های سولفات، TDS و EC آب داشت. میزان TDS و EC آب همبستگی بسیار بالای مثبتی با غلظت سدیم و نمک‌های سولفات و همبستگی متوسطی با غلظت کلسیم و منیزیم آب داشتند. نتایج نشان داد که اختلاف زیادی بین مناطق مختلف استان اصفهان در کیفیت آب وجود داشته و بنابراین در مناطقی که غلظت برخی مواد شیمیایی در سطوح بالاتر از حداکثر مجاز استاندارد و یا نزدیک به آن قرار دارد، همواره باید آب را از نظر دارا بودن شرایط مناسب برای مصرف دام و طیور مورد آزمون قرار داد.

واژه‌های کلیدی: استان اصفهان، سختی آب، عملکرد دام، کل مواد جامد محلول، نیترات

Animal Science Journal (Pajouhesh & Sazandegi) No 115 pp: 243-254

Evaluation chemical quality of drinking water for livestock animals in different regions of Isfahan provinceBy: Irandoust¹, H., Mohammadzadeh^{2*}, H.

1- Animal Science Research Department, Isfahan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Isfahan, Iran

2- Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, University of Tabriz

Received: August 2016**Accepted: January 2016**

In order to evaluation of chemical quality, drinking water of animal and poultry was sampled at 114 points (from different regions) in Isfahan province In July 2014. Samirom and Naein had the best and the worse water quality, respectively. The average concentrations of total dissolved solids (TDS) and electric conductivity (EC) of water in Isfahan province were 876.1 mg/l and 1373.8 $\mu\text{m}/\text{cm}$, respectively. The least TDS and EC were found in water samples from Samirom, Feridan and Zarrinshahr regions ($P < 0.05$). Also, the highest TDS and EC of water were measured in Naein region ($P < 0.05$). Concentrations of Na, K, Ca, Mg, hardness, sulfate, nitrate and nitrite were below the standard maximom tolerabale level. Samirom and Naein had the least and the highest Ca, Mg and hardness in water samples, respectively ($P < 0.05$). Najafabad had the highest nitrate concentrateion in water samples when compared with other regions ($P < 0.05$). A positive correlation was found between total hardness of water with Ca, Mg, sulfate salts, TDS and EC. Water TDS and EC values had an high positive correlations with Na and sulfate salts and a moderate correlation with Ca and Mg concentrations. Due to great variations in water chemical characteristics between different regions in Isfahan province, water should be analysed for chemical composition especially in the regions which some chemicals in the water are close to or higher than standard tolerable levels.

Key words: Animal performances, Isfahan province, Nitrate, Total dissolved solids, Water hardness.**مقدمه**

تلف می‌شود (پوررضا و صادقی، ۱۳۸۳؛ Abdullah، ۲۰۱۱؛ Jafari و همکاران، ۲۰۰۶).

کشور ایران در منطقه خشکی از جهان واقع شده است و کمبود آب یکی از موانع اصلی در امر توسعه آن (خصوصاً در بخش دامپروری) می‌باشد. متوسط بارندگی جهان به طور متوسط ۹۰۰-۸۵۰ میلی‌متر در سال بوده اما در ایران حدود ۲۰۰ تا ۳۰۰ میلی‌متر می‌باشد که حدود یک سوم متوسط جهانی آن است. علاوه بر این، آب مناطق مختلف ایران ویژگی‌های کاملاً متفاوتی را نشان می‌دهند. متوسط بارندگی نسبتاً بالا در مناطق کوهستانی موجب می‌شود آب چشمه‌ها، رودخانه‌ها و آبهای شیرین دارای حداقل

آب یکی از عوامل لازم برای سلامتی و حیات موجودات زنده بوده و یکی از مهمترین ترکیباتی است که درصد بالایی از وزن بدن و تولیدات حیوانی را تشکیل می‌دهد (Watkins، ۲۰۰۸). آب وسیله‌ای برای انتقال مواد غذایی و مواد زائد در بدن می‌باشد. بسیاری از فعل و انفعالات شیمیایی که آنزیم‌ها در آنها دخالت دارند، در محیط مایع صورت می‌گیرد. آب همچنین دارای تأخیر حرارتی بالایی برای تبخیر بوده و تبخیر آن از شش‌ها باعث تنظیم حرارت بدن می‌شود. حضور سطح معینی از آب در بدن یک مسأله حیاتی است، بطوریکه یک حیوان در هنگام محرومیت از آب سریعتر از زمانی که دسترسی به غذا نداشته باشد

مصارف صنعتی میزان pH و سختی آب، در مصارف شرب برای انسان رنگ، بو و مزه، بار میکروبی و میزان شوری و برای انواع دام همین عوامل با حساسیت کمتر در بررسی کیفیت آب مطرح هستند. کیفیت شیمیایی آب در بهره‌برداری مناسب از سرمایه گذاری‌های صورت گرفته در صنعت دامپروری موثر می‌باشد. بدین صورت که تغذیه آب سالم با بهبود در سلامتی و رشد دام و جلوگیری از تلفات ناشی از مصرف آب با کیفیت پائین، صرفه-جویی اقتصادی و افزایش بهره‌وری در واحد تولیدی را موجب خواهد شد (کردوانی، ۱۳۶۷؛ Douglass و Zimmermann، ۱۹۹۸). آب آشامیدنی حدود ۸۳ درصد از نیاز گاوهای شیرده به آب را تامین کرده و بقیه آب مورد نیاز آن نیز از منبع آب متابولیکی و آب موجود در خوراک تامین می‌شود (NRC، ۱۹۸۴). لذا کیفیت آب شرب دامها در عملکرد آنها اهمیت زیادی دارد. در صورتی که کیفیت آب شرب دام نامناسب باشد، مصرف آب و مصرف خوراک کم شده و لذا عملکرد دام کاهش خواهد یافت (NRC، ۱۹۸۴). بر این اساس و با توجه به ظرفیت قابل توجه دامپروری‌های استان اصفهان و پراکنش آنها در سطح مناطق مختلف، آگاهی از کیفیت آب شرب دام و طیور در این مناطق حائز اهمیت بالایی می‌باشد. ضمناً با توجه به تاثیر عوامل محیطی و شرایط جغرافیایی استان اصفهان بر روی کیفیت شیمیایی منابع آب، بررسی سطوح املاح شیمیایی آب مناطق مختلف آن ضروری می‌باشد تا در برنامه‌ریزی‌های آتی جهت توسعه واحد-های دامپروری در مناطق مختلف آن مورد توجه قرار گیرد. احداث مزارع پرورش دام و طیور بدون توجه به شناسایی آب منطقه و یا عدم اصلاح به موقع آن باعث بروز مشکلاتی از جمله مشکلات کلیوی و سنگ مجاری ادرار، کاهش مصرف آب و کاهش عملکرد در حیوان می‌شود. لذا هدف از این تحقیق بررسی کیفیت شیمیایی نمونه‌های حاصل از منابع مختلف آب شرب دام و طیور در استان اصفهان می‌باشد.

میزان آلودگی باشند. در مناطق صحرائی و کویری به نسبتی که آب از سرچشمه‌های خود دور می‌شود، از کیفیت آب کاسته شده و میزان املاح آن افزایش می‌یابد. همچنین نزدیکی منابع آلوده-کننده به آب (نظیر کارخانجات بزرگ و فاضلاب‌های شهری)، ورود آلاینده‌های ثانویه به این منابع را تسهیل می‌کند. عدم توجه به مسایل زیست محیطی موجب می‌شود که آب آشامیدنی کمتری در دسترس انسان یا حیوان قرار گیرد. این خطر به خصوص در کشورهایی که به سرعت در حال توسعه می‌باشند قابل مشاهده است (ولایتی، ۱۳۷۴).

آب باران معمولاً عاری از اجرام بیماری‌زا بوده ولی اغلب به ذرات ریز معلق در هوا، گرد و غبار و بعضی از گازها (بخصوص دی اکسید کربن) آغشته است. اکسیژن این آبها فراوان و pH آنها اسیدی می‌باشد. آبهای سطحی مانند آبهای رودخانه‌ها، دریاچه‌ها و دریاها بدلیل نیروی جریان آب و شستشوی خاک‌ها و سنگ‌ها، ممکن است با برخی مواد آلی و معدنی مخلوط شوند. آبهای زیرزمینی نیز ممکن است از لایه‌های زمین که حاوی املاح غیر محلول در آب هستند عبور کرده و در حین عبور موادی مثل آهن که موجب سختی آب می‌شوند، در آن وارد شوند. به دلیل ساختمان مولکولی ویژه، آب مقدار زیادی نمک را می‌تواند در خود حل کند. نزولات جوی اگرچه در بدو ورود به درون زمین اندکی مواد محلول همراه خود دارند، ولی کیفیت اصلی آب را موادی که بعداً در آن حل می‌شوند، تعیین می‌کند. افزون بر این نوع خاکی که آب بر روی آن و درون آن جریان می‌یابد، نقش تعیین کننده‌ای بر کیفیت آب دارد (کردوانی، ۱۳۶۷).

آب را می‌توان بر اساس عواملی مثل غلظت نمک‌های محلول، هدایت الکتریکی (شوری)، نسبت سدیم به دیگر کاتیون‌ها (شور و قلیایی بودن آب)، ترکیبات یونی، غلظت عناصر مختلف (عناصر معدنی کم نیاز و پر نیاز) و ... طبقه‌بندی نمود. هنگام بررسی کیفیت آب باید نوع مصرف کننده آن نیز در نظر گرفته شود. به طور مثال، در مصارف کشاورزی میزان سدیم محلول در آب، در

مواد و روش‌ها

برای بررسی کیفیت شیمیایی آب شرب مصرفی دام و طیور در استان اصفهان، در تیر ماه سال ۱۳۹۳ از تعداد ۱۱۴ حلقه چاه از شهرستان‌های مختلف استان اصفهان نمونه برداری شد. در هر شهرستان کلا از ۶ حلقه چاه استفاده شد بدین ترتیب که در هر شهرستان ۳ نمونه از آب چاه گاوداریها و ۳ نمونه از آب چاه مرغداری‌ها اخذ شد. سعی شد که گاوداری‌ها و مرغداری‌های منتخب در هر شهرستان از الگوی پراکندگی گاوداریها و مرغداریها در آن شهرستان پیروی کنند تا نمونه‌های اخذ شده یک نمونه واقعی از گاودارها و مرغداری‌های آن شهرستان باشند. با توجه به اینکه در هر شهرستان بین آب چاه مرغداری‌ها با گاوداری‌ها تفاوت معنی دار وجود نداشت، لذا اثر نوع واحد دامپروری از مدل آماری حذف شد. جهت نمونه برداری آب، ابتدا داخل ظروف با همان آب شسته شده و سپس نمونه برداری انجام گرفت. نمونه‌های آب جمع آوری شده برای بررسی شیمیایی به آزمایشگاه ارسال شده و مقادیر pH، هدایت الکتریکی، کل مواد جامد محلول، سختی موقت و دائم، نیترات، نیتریت، سولفات و همچنین برخی از عناصر شامل کلسیم، منیزیم، سدیم، پتاسیم و کلر اندازه‌گیری و تعیین شد (Eaton و Franson, 2005). نتایج بدست آمده بر اساس طرح آماری کاملا تصادفی با ۱۹ تیمار (شهرستان) و ۶ تکرار برای هر تیمار و در نرم افزار SAS 2003 با رویه GLM تجزیه و تحلیل شده و میانگین تیمارها با روش توکی و در سطح ۵ درصد مقایسه شدند. مدل آماری طرح بصورت $Y_{ij} = \mu + T_i + e_{ij}$ بود که در آن Y_{ij} داده مشاهده شده، μ میانگین صفت اندازه‌گیری شده، T_i اثر تیمار و e_{ij} اثر خطای آزمایشی می‌باشد.

نتایج و بحث

درجه شوری آب را با شاخصی به نام کل املاح جامد محلول (TDS) و یا در بعضی از مواقع با قابلیت هدایت الکتریکی (EC) اندازه‌گیری می‌کنند (عبادتی، ۱۳۹۳؛ عبادتی و هوشمندزاده، ۱۳۹۳). بارندگی نمک‌های خاک و سنگ را شسته و به منابع آب وارد می‌نماید و در نتیجه آب دارای کاتیون‌هایی مانند سدیم،

کلسیم، منیزیم، پتاسیم و آنیون‌هایی مانند کلرید سولفات و بی-کربنات هست که در مجموع با شاخصی به نام TDS مشخص می‌شوند. افزایش TDS به بیش از ۱۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر باعث کاهش مصرف آب توسط دام و طیور می‌گردد که در نتیجه میزان مصرف خوراک نیز کاهش یافته و نهایتاً باعث کاهش در رشد، تولید تخم مرغ تخم و تولید شیر می‌شود (پوررضا و صادقی، ۱۳۸۳؛ ولایتی، ۲۰۰۹؛ Watkins, 2008). البته از نظر میزان TDS قابل قبول در آب شرب دام و طیور تفاوت‌هایی نیز وجود دارد. در طیور آب با TDS کمتر از ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر یک آب سالم تلقی می‌شود و بالاتر از این مقدار سبب اسهال موقت در طیور می‌شود (پویان‌مهر و همکاران، ۱۳۹۱).

جدول ۱ میزان TDS و EC نمونه‌های آب مناطق مختلف اصفهان را نشان می‌دهد. به طور متوسط در این تحقیق مقدار TDS در کل استان برابر با ۸۷۶/۱ میلی‌گرم در لیتر بود که برای مصارف دام و طیور کاملا مناسب است. یافته‌های ما با نتایج رنجبری و همکاران (۱۳۹۳) مطابقت دارد. کمترین غلظت کل مواد جامد محلول در آب شهرستان‌های سمیرم (۲۱۳/۵ppm)، فریدن (۲۹۲/۰ppm) و زرین شهر (۳۰۵/۴ppm) اندازه‌گیری شد ($P < 0/05$). بیشترین میزان TDS نیز مربوط به شهرستان نائین به میزان ۳۴۳۷/۸ میلی‌گرم در لیتر گزارش شد ($P < 0/05$) که این میزان TDS می‌تواند در مجتمع‌های پرورش دام و طیور این شهرستان مشکل ساز باشد. از جمله این مشکلات می‌توان به ایجاد رسوب در تأسیسات و لوله‌های آب، کاهش مصرف آب، بروز مشکلات کلیوی، کاهش مصرف خوراک و کاهش جذب مواد مغذی اشاره کرد (NRC, 1984؛ Olkowski, 2009؛ Reutor, 2010). لذا باید در مصرف چنین آب‌هایی برای دام‌هایی نظیر مرغ و گاو شش‌بارد اجتناب شده و در این شهرستان از منابع آب دیگری استفاده شود (Challis و همکاران، ۱۹۸۷؛ NRC, 2001). غیر از شهرستان نائین در بقیه شهرستان‌ها غلظت مواد جامد محلول در آب زیر ۱۵۰۰ ppm بود که برای نشخوارکنندگان مشکلی ایجاد نمی‌کند اما ممکن است در طیور سبب اسهال موقت

۲۵۰ میلی گرم در لیتر بیان کرده‌اند. لذا اندازه‌گیری مرتب غلظت کلر در آبهای این شهرستان و مراقبت‌های لازم در جهت پیشگیری از بروز اثرات منفی غلظت بالای کلر امری لازم و ضروری است. از لحاظ عددی بالاترین غلظت کلر آب مربوط به شهرستان نائین با ۱۲۳۸/۸ میلی گرم در لیتر و پائین‌ترین آن مربوط به شهرستان سمیرم با ۴/۵ میلی گرم در لیتر بود. علارغم تفاوت‌های زیاد در میانگین غلظت کلر در آب شهرستان‌های مختلف، تفاوت معنی‌داری بین آنها مشاهده نشد. دلیل این امر به تفاوت و پراکندگی زیاد بین داده‌های مربوط به غلظت کلر در داخل هر شهرستان بر می‌گردد. گزارش شده است که بالا بودن کلر آب می‌تواند باعث تداخل و اختلال در عملکرد داروها و واکنش‌هایی که در آب استفاده می‌شوند، گردد (Van der Sluis, ۲۰۰۲).

غلظت پتاسیم در آب شهرستان گلپایگان (۷/۷۸ میلی گرم در لیتر) بیشتر از سایر شهرستان‌های استان بود. کمترین غلظت پتاسیم در آب شهرستان‌های فریدن (۰/۸۰ میلی گرم در لیتر) و سمیرم (۰/۹۳ میلی گرم در لیتر) مشاهده شد ($P < 0/05$). غلظت پتاسیم در آب این شهرستان‌ها کمتر از گلپایگان (۷/۷۷ میلی گرم در لیتر)، برخوار (۴/۶۸ میلی گرم در لیتر) و خمینی شهر (۴/۱۴ میلی گرم در لیتر) بود ($P < 0/05$) ولی با سایر مناطق تفاوت معنی‌داری نداشت. متوسط غلظت پتاسیم در آب شهرستان‌های استان اصفهان ۲/۹۶ میلی گرم در لیتر بود که بسیار مطلوب بوده و پائین‌تر از ۱۲ میلی گرم در لیتر که حداکثر مقدار توصیه شده است (Watkins, ۲۰۰۸)، می‌باشد. نتایج تحقیق حاضر با نتایج آزمایش رنجبری و همکاران (۱۳۹۳) مطابقت دارد. گزارش شده است که غلظت بالای پتاسیم در آب منجر به کاهش بازده مصرف خوراک می‌گردد (Douglass و Zimmermann, ۱۹۹۸).

شده و زمینه ساز کوکسید یوز شود (پویان‌مهر و همکاران، ۱۳۹۱). یکی از شاخص‌های بررسی کیفیت آب EC یا هدایت الکتریکی می‌باشد که معیاری برای نشان دادن نمک و عناصر محلول در آب است. البته EC تا مقادیر ۵۰۰۰ میکروموس بر سانتیمتر برای طیور مشکلی نداشته ولی در مقادیر بالاتر از آن قابلیت استفاده آب برای طیور کاهش می‌یابد (پوررضا و صادقی، ۱۳۸۳؛ NRC، ۱۹۸۴؛ Oikowski, ۲۰۰۹؛ Watkins, ۲۰۰۸). البته دام‌های نشخوار کننده مقادیر EC بیشتر از ۵۰۰۰ میکروموس بر سانتیمتر را نیز می‌توانند تحمل کنند (Beede, ۲۰۰۵؛ NRC، ۲۰۰۱). همانطور که مشاهده می‌شود همانند TDS، کمترین EC در آب شهرستان‌های سمیرم (۳۳۳/۵ میکروموس بر سانتیمتر)، فریدن (۴۵۶/۲۵ میکروموس بر سانتیمتر) و زرین شهر (۴۷۷/۶ میکروموس بر سانتیمتر) و بیشترین آن در آب شهرستان نائین (۵۵۲۷/۵ میکروموس بر سانتیمتر) مشاهده شد ($P < 0/05$). متوسط EC در آبهای کل استان برابر با ۱۳۷۳/۸ میکروموس بر سانتیمتر بود که وضعیت مناسبی را نشان می‌دهد. غیر از شهرستان نائین در بقیه شهرستان‌ها EC آب زیر ۲۵۰۰ میکروموس بر سانتیمتر است که برای دام و طیور مشکلی ایجاد نمی‌کند. در مجموع می‌توان نتیجه گرفت که میزان EC و TDS در نمونه‌های آب اکثر مناطق استان اصفهان در محدوده استاندارد قرار داشته اما در نائین بالاتر از حداکثر مقدار استاندارد است.

بر اساس نتایج جدول ۱، متوسط غلظت کلر در آب شهرستان‌های استان اصفهان ۲۹۷/۱ میلی گرم در لیتر بود که نزدیک به حداکثر مقدار مجاز توصیه شده آن (۳۰۰ میلی گرم در لیتر) می‌باشد (NRC، ۱۹۸۴؛ NRC، ۲۰۰۱؛ Watkins، ۲۰۰۸). برخی منابع نیز (EPA، ۱۹۹۶؛ پویان‌مهر و همکاران، ۱۳۹۱) حد مجاز کلر را

جدول ۱- شوری و غلظت برخی عناصر (میلی گرم بر لیتر) در آب مصرفی دام و طیور استان اصفهان

SO4 ⁺⁺⁺	pH	پتاسیم	کلر	سدیم	EC ⁺⁺	TDS [†]	نام منطقه
۱۶۳/۰ bcd	۷/۸۸ ab	۱/۵۳ bcd	۱۷۲/۰	۱۴۱/۰ cd	۱۱۰۰/۰ cd	۷۰۴/۰ cd	اردستان
۱۵۷/۰ bcd	۷/۶۸ bcdef	۳/۳۹ bcd	۹۷/۶	۸۲/۰ cd	۹۴۷/۸ cd	۶۰۶/۰ cd	اصفهان
۳۲۰/۵ bc	۷/۵۵ bcdefg	۳/۶۱ bcd	۱۹۵/۰	۱۷۹/۵ bcd	۱۶۷۵/۰ bc	۱۰۷۲/۰ bc	بادرود
۲۱۱/۳ bcd	۷/۴۹ defg	۴/۶۸ b	۱۱۳۰/۳	۲۱۸/۸ bc	۱۷۷۹/۶ bc	۱۱۳۸/۹ bc	برخور
۲۱۲/۰ bcd	۷/۴۷ efg	۱/۸۷ bcd	۱۴۳/۵	۱۲۴/۰ cd	۱۳۳۳/۳ bcd	۸۵۲/۵ bcd	تیران
۳۳۸/۳ b	۷/۷۶ abcde	۳/۲۴ bcd	۴۷۷/۰	۳۱۳/۷ b	۲۳۱۰/۰ b	۱۴۹۷/۸ b	جرقویه
۱۷۵/۲ bcd	۷/۳۵ fg	۴/۱۴ bc	۱۵۵/۰	۱۴۶/۰ bcd	۱۳۹۶/۲ bcd	۸۹۳/۸ bcd	خمینی شهر
۳۰/۴ cd	۷/۵۰ cdefg	۲/۴۰ bcd	۴۷/۲	۱۹/۶ d	۶۹۷/۰ cd	۴۵۸/۸ cd	خوانسار
۴۰/۷ cd	۷/۸۵ abcd	۱/۴۷ cd	۲۵/۱	۲۲/۶ d	۴۷۷/۶ d	۳۰۵/۴ d	زرین شهر
۱۸/۰ d	۷/۸۷ abc	۰/۹۳ d	۴/۵	۱۰/۱۰ cd	۳۳۳/۵ d	۲۱۳/۵ d	سمیرم
۲۲۴/۰ bcd	۷/۶۴ bcdef	۱/۰۶ cd	۱۰۱/۸	۱۲۷/۲ cd	۱۰۲۶/۴ cd	۶۴۶/۰ cd	شهرضا
۲۱/۶ d	۷/۸۴ abcd	۰/۸۰ d	۱۸/۲	۱۶/۲ d	۴۵۶/۲ d	۲۹۲/۲ d	فریدن
۲۳۱/۳ bcd	۷/۵۶ bcdefg	۱/۵۴ bcd	۹۷/۷	۱۰۱/۸ cd	۱۱۹۳/۲ cd	۷۶۴/۳ bcd	فلاورجان
۱۴۸/۳ bcd	۷/۶۷ bcdef	۲/۳۱ bcd	۱۳۷/۸	۹۴/۵ cd	۱۱۹۰/۰ cd	۷۶۱/۸ bcd	فولاد شهر
۱۴۶/۰ bcd	۸/۰۸ a	۰/۹۵ cd	۴۶/۰	۵۳/۰ cd	۶۵۳/۰ cd	۴۱۸/۰ cd	کوهپایه
۵۵/۱ bcd	۷/۷۰ bcdef	۷/۷۸ a	۲۵۵/۶	۱۲۸/۱ cd	۱۱۷۳/۷ cd	۷۵۱/۳ cd	گلپایگان
۲۱۹/۳ bcd	۷/۲۷ g	۱/۶۸ bcd	۱۳۲/۳	۱۰۸/۷ cd	۱۱۶۷/۷ cd	۷۴۷/۴ cd	مبارکه
۸۰۳/۵ a	۷/۸۵ abcd	۳/۷۵ bcd	۱۲۳۸/۸	۱۰۳۴/۵ a	۵۵۲۷/۵ a	۳۴۳۷/۸ a	نائین
۲۸۷/۶ bcd	۷/۵۴ bcdefg	۲/۸۱ bcd	۱۸۷/۹	۱۸۲/۱ bcd	۱۶۷۲/۳ bc	۱۰۷۱/۰ bc	نجف آباد
۱۹۶/۷	۷/۶۱	۲/۹۶	۲۹۷/۱	۱۶۰/۱	۱۳۷۳/۸	۸۷۶/۱	کل استان
۱۵۵/۷	۰/۲۱۰	۱/۶۸	۱۰۲۷/۸۲	۱۰۲/۶۵	۶۴۳/۷۳	۴۲۷/۹۵	اشتباه استاندارد
۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۷۱۴	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	P value

† TDS - کل مواد جامد محلول، ++ EC = شوری، +++ SO4 = یون سولفات

(Zimmermann و Douglass, ۱۹۹۸). بیشترین میزان pH آب در شهرستان کوهپایه (۸/۰۸) و کمترین مقدار آن در شهرستان مبارکه (۷/۲۷) مشاهده گردید ($P < ۰/۰۵$) که در دامنه مقادیر توصیه شده برای دام و طیور (۶/۵ تا ۸/۵) قرار داشتند. میانگین pH در آب مصرفی دام و طیور شهرستان‌های استان اصفهان ۷/۶۱ بود. با توجه به اینکه pH آبهای استان در دامنه مجاز قرار دارند، لذا آبهای استان اصفهان از این لحاظ هیچ مشکلی برای دام و طیور ندارند.

میانگین غلظت سدیم در آب مصرفی دام و طیور شهرستان‌های استان اصفهان ۱۶۰/۱ میلی گرم در لیتر بود که پائین تر از حداکثر مقدار توصیه شده آن برای دام (۲۰۰ میلی گرم در لیتر) می باشد اما از مقدار توصیه شده برای طیور (۵۰ میلی گرم در لیتر) بالاتر است (NRC، ۱۹۸۴؛ NRC، ۲۰۰۱). شهرستان نائین با غلظت ۱۰۳۴/۵ میلی گرم سدیم در لیتر بیشترین غلظت سدیم را در آب داشت ($P < ۰/۰۵$) که برای مصرف دام و طیور اصلا مناسب نیست. غلظت بالای سدیم در آب می تواند موجب کاهش مصرف خوراک، کاهش رشد و کاهش تولید دام شود

جدول ۲- فراسنجه‌های سختی (میلی گرم بر لیتر) آب مصرفی دام و طیور استان اصفهان

نام منطقه	سختی کل	سختی موقت	کلسیم	منیزیم
اردستان	۲۵۲/۵ abc	۱۲۰/۰ c	۵۵/۰ ab	۲۸/۰ cde
اصفهان	۳۱۲/۴ abc	۱۵۴/۷ abc	۵۶/۲ ab	۴۱/۰ abcde
بادرود	۴۶۶/۵ ab	۲۱۲/۵ ab	۸۵/۵ ab	۶۱/۵ ab
برخوار	۳۸۹/۸ abc	۲۱۲/۷ ab	۷۶/۳ ab	۵۵/۹ abc
تیران	۴۰۰/۰ abc	۱۹۱/۲ abc	۱۰۳/۸ a	۳۴/۵ bcde
جرقویه	۴۹۹/۳ a	۱۲۸/۳ bc	۱۰۸/۰ a	۵۶/۰ abc
خمینی شهر	۳۹۸/۰ abc	۲۱۱/۰ ab	۸۳/۲ ab	۴۵/۸ abcde
خوانسار	۳۵۲/۶ abc	۲۱۴/۶ a	۷۳/۲ ab	۳۴/۰ bcde
زرین شهر	۲۰۲/۴ bc	۱۳۱/۳ abc	۵۶/۹ ab	۲۰/۱ e
سمیرم	۱۶۷/۵ c	۱۱۷/۵ c	۲۸/۰ b	۳۸/۵ abcde
شهرضا	۳۱۰/۶ abc	۱۲۰/۰ c	۷۱/۲ ab	۳۹/۶ abcde
فریدن	۲۰۶/۶ bc	۱۳۴/۶ abc	۴۳/۲ ab	۲۳/۸ e
فلاورجان	۴۱۶/۵ abc	۱۷۵/۹ abc	۱۰۳/۵ a	۳۸/۷ abcde
فولاد شهر	۴۰۵/۳ abc	۲۱۵/۲ a	۶۹/۵ ab	۵۶/۰ abc
کوهپایه	۲۳۵/۰ abc	۱۲۵/۰ c	۵۲/۰ ab	۲۶/۰ de
گلپایگان	۲۹۰/۰ abc	۱۶۱/۱ abc	۷۳/۱ ab	۲۶/۰ de
مبارکه	۳۸۹/۰ abc	۱۷۶/۹ abc	۱۰۱/۱ a	۳۴/۰ bcde
نائین	۴۹۵/۰ a	۱۲۲/۵ c	۹۰/۰ ab	۶۵/۸ a
نجف آباد	۴۷۴/۸ a	۱۹۵/۵ abc	۱۰۱/۲ a	۵۲/۸ abcd
میانگین کل استان	۳۵۹/۵	۱۷۰/۷	۷۷/۹	۴۱/۵
اشتباه استاندارد	۱۴۷/۹۲	۴۷/۲۷	۳۹/۹۲	۱۶/۰۷
P value	۰/۰۱۵	۰/۰۰۱	۰/۱۵۳	۰/۰۰۱

امر لزوم توجه به این شاخص را در برخی شهرستان‌ها (خصوصاً شهرستان نائین) ایجاب می‌کند چرا که مصرف چنین آب‌هایی ممکن است به شروع کوکسیدوز منجر شود (پویان‌مهر و همکاران، ۱۳۹۱).

نمک‌های کلسیم و منیزیم موجود در آب که به صورت محلول یا نامحلول هستند را سختی آب می‌گویند. درجه سختی آب از روی مقدار کربنات و سولفات کلسیم و کربنات و سولفات منیزیم موجود در آب تعیین می‌شود (Wright, ۲۰۰۷). سختی موقت آب بخشی از سختی آب است که از وجود نمک‌های بی کربنات کلسیم، منیزیم، آهن و منگنز در آن ناشی می‌شود که با عمل جوشاندن می‌توان آن را برطرف کرد. سختی دائم آب به وجود

غلظت نمک سولفات در آب شهرستان نائین (۸۰۳/۵ میلی گرم در لیتر) بیشتر از بقیه شهرستان‌ها بود ($P < 0.05$). متوسط غلظت یون سولفات در آب شهرستان‌های استان اصفهان ۱۹۶/۷ میلی گرم در لیتر بود که برای مصرف دام و طیور مطلوب می‌باشد. با توجه به اینکه حداکثر مجاز غلظت سولفات در آب آشامیدنی دام ۱۰۰۰ میلی گرم در لیتر است (Watkins, ۲۰۰۸)، لذا مشکلی از بابت یون سولفات در آب‌های استان اصفهان برای دام وجود ندارد. گفته می‌شود که بالا بودن سولفات در آب می‌تواند باعث تولید گاز سولفید هیدروژن در شکمبه شده و بر مصرف خوراک تاثیر منفی بگذارد (Wagner و همکاران، ۲۰۰۱). اما آستانه تحمل طیور برای سولفات آب ۵۰۰ میلی گرم در لیتر بیان شده است که این

صورت منفی تحت تاثیر سختی بالای آب قرار گیرد. این امر ایجاب می‌کند راهکارهایی در استان در جهت کاهش سختی آب صورت پذیرد. البته مقدار سختی همیشه ثابت نبوده و با توجه به فصل و میزان بارندگی و درجه حرارت، میزان سختی موقت نیز تغییر می‌کند که منجر به تغییر در سختی کل می‌شود و لذا با توجه به این امر حداقل باید هر ۲ الی ۳ سال یک بار مقدار سختی موقت مجدداً اندازه‌گیری شود. برای گاوهای شیرده گزارش شده است که سختی زیاد آب تاثیری بر عملکرد دام ندارد (NRC، ۲۰۰۱). اما برخی مطالعات اشاره می‌کنند که سختی زیاد آب می‌تواند باعث کاهش مصرف آب توسط دام شده و لذا موجب کاهش عملکرد شود (Beede، ۲۰۰۵؛ Oikowski، ۲۰۰۹). لذا بهتر است در شهرستان‌هایی که سختی آب بالا بوده و نزدیک به حد تحمل حیوان است (خصوصاً جرقویه، نائین و نجف آباد)، میزان سختی آب پیوسته آزمایش و کنترل شود.

کمترین سختی موقت آب در شهرستان‌های کوهپایه، نائین، اردستان، شهرضا و سمیرم مشاهده گردید ($P < 0/05$). تمام مناطق استان اصفهان از نظر سختی موقت آب وضعیت مطلوبی را نشان دادند. بنابراین، می‌توان نتیجه‌گیری کرد که اگرچه متوسط سختی آب در اکثریت قریب به اتفاق مناطق استان اصفهان بیشتر از حد مطلوب استاندارد است، اما این مقادیر زیر حداکثر مجاز قابل تحمل هستند. سختی بیش از حد آب باعث کاهش گوارایی آب و در نتیجه بی‌میل شدن حیوان به ادامه نوشیدن آب علی‌رغم وجود تشنگی می‌شود (Oikowski، ۲۰۰۹). کاهش مصرف آب طبیعتاً کاهش رشد دام و طیور و کاهش تولید شیر را بدنبال خواهد داشت (Wright، ۲۰۰۷).

غلظت کلسیم در آب منطقه سمیرم (۲۸/۰ میلی‌گرم در لیتر) از جرقویه (۱۰۸/۰ میلی‌گرم در لیتر)، تیران (۱۰۳/۸ میلی‌گرم در لیتر)، فلاورجان (۱۰۳/۵ میلی‌گرم در لیتر)، نجف آباد (۱۰۱/۲ میلی‌گرم در لیتر) و مبارکه (۱۰۱/۱ میلی‌گرم در لیتر) کمتر بوده ($P < 0/05$) ولی با بقیه شهرستان‌ها تفاوت معنی‌دار نداشت. متوسط غلظت کلسیم در آب شهرستان‌های استان اصفهان ۷۷/۹ میلی‌گرم در لیتر بود که بسیار مطلوب می‌باشد چرا که حداکثر مجاز آن

نمک‌هایی غیر از بی‌کربنات فلزهای مذکور (مانند سولفات‌ها، نیترات‌ها و کلریدها) در آب مربوط بوده و با عمل جوشاندن آب از بین نمی‌رود، بلکه برای از بین بردن آن باید از مواد شیمیایی مناسب استفاده کرد. مجموع سختی موقت و سختی دائم را سختی کل آب می‌گویند (Tabler و همکاران، ۲۰۱۳). مقدار سختی کل و سختی موقت نمونه‌های آب مناطق مختلف استان اصفهان در جدول ۲ آورده شده است. برای طیور حداکثر مطلوب سختی کل در نمونه‌های آب برابر با ۱۵۰ میلی‌گرم در لیتر و حداکثر مجاز آن برابر ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر می‌باشد (Watkins، ۲۰۰۸). همچنین حداکثر استاندارد سختی موقت آب برای طیور برابر با ۲۵۰ میلی‌گرم در لیتر می‌باشد (پوررضا و صادقی، ۱۳۸۳؛ NRC، ۱۹۸۴). میانگین استان اصفهان از نظر سختی کل آب برابر با ۳۵۹/۵ میلی‌گرم در لیتر بود. این مقدار در طیور چندان مشکل ساز نبوده و فقط تا حدودی امکان رسوب در منابع آب و لوله‌ها و آبخوری‌ها وجود دارد. همچنین سختی آب باعث کاهش اثر شوینده‌ها (صابونی‌ها)، ضد عفونی‌کننده‌ها و تداخل با اثر بعضی از داروها می‌گردد (رنجبری و همکاران، ۱۳۹۳؛ Challis و همکاران، ۱۹۸۷؛ Oikowski، ۲۰۰۹). سختی آب سمیرم (۱۶۷/۵ میلی‌گرم در لیتر) از سختی آب شهرستان‌های جرقویه (۴۹۹/۳ میلی‌گرم در لیتر)، نائین (۴۹۵/۰ میلی‌گرم در لیتر)، نجف آباد (۴۷۴/۸ میلی‌گرم در لیتر) و بادرود (۴۶۶/۵ میلی‌گرم در لیتر) کمتر بوده ($P < 0/05$) ولی با بقیه شهرها تفاوت معنی‌دار نداشت. با این حال به دلیل اینکه کمترین سختی آب مشاهده شده در استان ۱۶۷/۵ و بیشترین آن ۴۹۹/۳ میلی‌گرم در لیتر بود، لذا آبهای استان در دسته آبهای بسیار سخت قرار می‌گیرند (Elsaidy و همکاران، ۲۰۱۵؛ NRC، ۲۰۰۱؛ Oikowski، ۲۰۰۹). اگرچه متوسط سختی آب در اکثریت قریب به اتفاق مناطق استان اصفهان بیشتر از حد مطلوب استاندارد است، اما این مقادیر زیر حداکثر مجاز قابل تحمل دام (۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر) بوده و احتمالاً عملکرد دام را در این استان تحت تاثیر قرار نخواهند داد. اما با این حال سختی آب در استان از حد مجاز برای طیور بالاتر بوده و لذا انتظار می‌رود عملکرد طیور به

بروز ورم پستان بیشتر شود (Beede, ۲۰۰۶؛ Challis و همکاران، ۱۹۸۷). زرین شهر (۲۰/۱۴ میلی گرم در لیتر) و فریدن (۲۳/۸۰ میلی گرم در لیتر) کمترین غلظت منیزیم را در آب داشتند ($P < ۰/۰۵$). بیشترین غلظت منیزیم نیز در آبهای شهرستان نائین (۶۵/۷۵ میلی گرم در لیتر) اندازه گیری شد ($P < ۰/۰۵$). متوسط غلظت منیزیم در آب شهرستانهای استان اصفهان ۴۱/۵ میلی گرم در لیتر بود که بسیار پایین تر از حداکثر مجاز آن برای دام و طیور (۱۲۵ میلی گرم در لیتر) است.

برای دام و طیور ۵۰۰ میلی گرم در لیتر می باشد (NRC، ۱۹۸۴؛ NRC، ۲۰۰۱؛ Watkins، ۲۰۰۸). یافته‌های پژوهش حاضر با نتایج رنجبری و همکاران (۱۳۸۳) مطابقت دارد. غلظت زیاد کلسیم در آب می تواند مانع جذب سلنیوم شده و منجر به کمبود سلنیوم شود (Li، ۲۰۰۹). غلظت زیاد کلسیم در آب همچنین می تواند تاثیر مواد ضد عفونی کننده و شوینده که در آب حل می شوند را کاهش داده و لذا تاثیر ضد میکروبی آنها به طور کامل صورت نگیرد (Van der Sluis، ۲۰۰۲). این امر خصوصا در شستشوی دستگاه‌های شیردوشی بسیار مهم بوده و ممکن است

جدول ۳- غلظت نیترات و نیتريت (میلی گرم بر لیتر) در آب مصرفی دام و طیور استان اصفهان

NO3 ^{††}	NO2 [†]	نام منطقه
۱۴/۹ b	۰/۰۰۲	اردستان
۱۷/۲ b	۰/۰۰۶	اصفهان
۱۰/۵ b	۰/۰۰۲	بادرود
۱۷/۱ b	۰/۰۳۹	برخوار
۲۹/۸ ab	۰/۰۳۱	تیران
۲۱/۹ b	۰/۰۲۰	جرقویه
۳۵/۴ ab	۰/۰۰۱	خمینی شهر
۳۰/۲ ab	۰/۰۰۳	خوانسار
۳۰/۶ ab	۰/۰۰۳	زرین شهر
۱۰/۵ b	-	سمیرم
۲۳/۳ ab	۰/۰۰۱	شهرضا
۲۸/۰ ab	۰/۰۱۶	فریدن
۲۵/۸ ab	۰/۰۱۱	فلاورجان
۲۹/۳ ab	۰/۰۰۵	فولاد شهر
۱۹/۸ b	-	کوهپایه
۱۴/۵ b	۰/۰۰۳	گلپایگان
۲۰/۰ b	۰/۰۰۳	مبارکه
۱۷/۴ b	۰/۰۱۲	نائین
۷۷/۹ a	۰/۰۵۹	نجف آباد
۲۸/۰	۰/۰۱۸	کل استان
۳۱/۶۷	۰/۰۶۰۴	اشتباه استاندارد
۰/۰۴۵	۰/۹۲۰	P value

NO3[†] = یون نیترات، NO2^{††} = یون نیتريت

اصفهان ۲۸ میلی گرم در لیتر بود که از حداکثر مجاز آن برای دام (۱۰۰ میلی گرم در لیتر) و طیور (۴۵ میلی گرم در لیتر) پایین تر است (NRC، ۲۰۰۱؛ Watkins، ۲۰۰۸). بالا بودن نیترات می تواند موجب مسمومیت نیتراتی در گاوها گردد (NRC، ۲۰۰۱). غلظت نیتريت (NO₂) در آب شهرستان های مختلف تفاوت معنی داری با یکدیگر نداشته و پائین تر از مقادیر توصیه شده برای دام (۱۰ میلی گرم در لیتر) و طیور (۴ میلی گرم در لیتر) بود (NRC، ۲۰۰۱؛ Watkins، ۲۰۰۸).

غلظت نیترات (NO₃) در آب شهرستان نجف آباد (۷/۸۷ میلی-گرم در لیتر) از شهرستان های بادرود (۱۰/۵ میلی گرم در لیتر)، سمیرم (۱۰/۵ میلی گرم در لیتر)، گلپایگان (۱۴/۴۶ میلی گرم در لیتر)، اردستان (۱۴/۹۰ میلی گرم در لیتر)، برخوار (۱۷/۱۴ میلی گرم در لیتر)، اصفهان (۱۷/۱۶ میلی گرم در لیتر)، نائین (۱۷/۴۰ میلی-گرم در لیتر)، کوهپایه (۱۹/۸۰ میلی گرم در لیتر)، مبارکه (۲۰/۰ میلی گرم در لیتر) و جرقویه (۲۱/۹ میلی گرم در لیتر) بیشتر بوده (P<۰/۰۵) ولی با سایر شهرستان ها تفاوت معنی دار نداشت (جدول ۳). متوسط غلظت یون نیترات در آب شهرستان های استان

جدول ۴- همبستگی بین ویژگی های شیمیایی آب مصرفی دام و طیور در استان اصفهان

نام منطقه	سختی کل	سختی موقت	کلسیم	منیزیم	TDS	EC	سدیم	کلر	پتاسیم	pH	NO ₃	NO ₂	SO ₄
سختی کل	۱	۰/۵۵	۰/۸۸	۰/۷۴	۰/۶۷	۰/۶۶	۰/۴۸	۰/۰۷	۰/۲۸	-/۵۵	۰/۲۸	-/۰/۷	۰/۷۴
سختی موقت	۰/۵۵	۱	۰/۴۱	۰/۵۰	۰/۱۶	۰/۱۶	-/۰/۱	-/۰/۱	۰/۲۹	-/۰/۶۹	۰/۰۸	-/۰/۹	۰/۱۰
کلسیم	۰/۸۸	۰/۴۱	۱	۰/۵۰	۰/۵۳	۰/۵۳	۰/۳۳	۰/۰۱	۰/۱۷	-/۰/۵۵	۰/۳۳	-/۰/۰۳	۰/۶۵
منیزیم	۰/۷۴	۰/۵۰	۰/۵۰	۱	۰/۶۷	۰/۶۷	۰/۵۶	۰/۱۲	۰/۲۸	-/۰/۳۱	۰/۱۰	۰/۰۹	۰/۶۷
TDS	۰/۶۷	۰/۱۶	۰/۵۳	۰/۶۷	۱	۱	۰/۹۶	۰/۲۱	۰/۳۰	-/۰/۱۵	۰/۰۶	-/۰/۰۴	۰/۹۲
EC	۰/۶۶	۰/۱۶	۰/۵۳	۰/۶۷	۱	۱	۰/۹۶	۰/۲۱	۰/۳۰	۰/۱۴	۰/۰۵	-/۰/۰۴	۰/۹۲
سدیم	۰/۴۸	-/۰/۰۱	۰/۳۳	۰/۵۶	۰/۹۶	۰/۹۶	۱	۰/۲۲	۰/۲۵	۰/۰۱	-/۰/۰۳	-/۰/۰۳	۰/۸۶
کلر	۰/۰۷	-/۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۱۲	۰/۲۱	۰/۲۱	۰/۲۲	۱	۰/۰۳	-/۰/۰۳	-/۰/۰۴	۰/۰۱	۰/۱۷
پتاسیم	۰/۲۸	۰/۲۹	۰/۱۷	۰/۲۸	۰/۳۰	۰/۳۰	۰/۲۵	۰/۰۳	۱	-/۰/۱۶	-/۰/۰۶	-/۰/۱۰	۰/۱۴
pH	-/۰/۵۵	-/۰/۶۹	-/۰/۵۵	-/۰/۳۱	-/۰/۱۵	-/۰/۱۴	۰/۰۱	-/۰/۰۳	-/۰/۱۶	۱	-/۰/۱۹	۰/۱۴	۰/۱۶
NO ₃	۰/۳۰	۰/۰۸	۰/۳۳	۰/۱۰	۰/۰۶	۰/۰۵	-/۰/۰۳	-/۰/۰۴	-/۰/۰۶	-/۰/۱۹	۱	-/۰/۰۳	۰/۱۱
NO ₂	-/۰/۰۷	-/۰/۰۹	-/۰/۰۳	۰/۰۹	-/۰/۰۴	-/۰/۰۴	-/۰/۰۳	۰/۰۱	-/۰/۱۰	۰/۱۴	-/۰/۰۳	۱	۰/۰۳
SO ₄	۰/۷۴	۰/۱۰	۰/۶۵	۰/۶۷	۰/۹۲	۰/۹۲	۰/۸۶	۰/۱۷	۰/۱۴	-/۰/۱۶	۰/۱۱	-/۰/۰۳	۱

منابع

- پوررضاء، ج. و صادقی، ق.ع. (۱۳۸۳). تغذیه مرغ اسکات. انتشارات ارکان.
- پویان مهر، م.، رزمجو م.، مقدم، ع.ا. و نوریان سرور، ا. (۱۳۹۱). اصول بهداشت دام و طیور. چاپ دوم. انتشارات دانشگاه رازی.
- رنجیری، ا.ر.، راستی اردکانی، م.، مشرف، ش. اسدیان، ا. و صالحی، م. (۱۳۹۳). بررسی کیفیت آب رودخانه دز در ایستگاه آب سنجی دزفول. پژوهش و سازندگی، شماره ۱۰۲ صفحه ۹۸-۸۸.
- عبادتی، ن. و هوشمندزاده، م. (۱۳۹۳). بررسی کیفیت آب رودخانه دز در ایستگاه آب سنجی دزفول. اکوهیدرولوژی، جلد ۱ شماره ۲ صفحه ۸۱-۶۹.
- عبادتی، ن. (۱۳۹۳). بررسی کیفیت آب رودخانه دز برای مصارف مختلف شرب، صنعت و کشاورزی. گزارش طرح پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اسلامشهر.
- کردوانی، پ. (۱۳۶۷). منابع و مسائل آب در ایران، آبهای شور و راههای استفاده از آنها. انتشارات ایران ارشاد.
- ولایتی، س. (۱۳۷۴). جغرافیای آبها و مدیریت منابع آب، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.
- Abdullah, A.M. (2011). Impact of different locations water quality in Basra province on the performance and physiological changes in broiler chickens. *Pakistan Journal of Nutrition* 10(1): 86-94.
- Beede, D.K. (2005). Assessment of water quality and nutrition for dairy cattle. In: *Mid-South Ruminant Nutrition Conference*, Michigan State University, Arlington, pp.1-19.
- Challis, D.J., Zeinstra, J.S. and Anderson, M.J. (1987). Some effects of water quality on the performance of high yielding cows in an arid climate. *Veterinary Science* 120: 12-15.
- Eaton, A.D. and Franson, M.A.H. (2005) Standard methods for the examination of water and wastewater. American Public Health Association: Washington, DC.

همانطور که جدول ۴ نشان می‌دهد، سختی کل همبستگی مثبت نسبتا بالایی با غلظت کلسیم (۸۸ درصد)، منیزیم (۷۴ درصد) و نمک‌های سولفات (۷۴ درصد) دارد. سختی کل آب با TDS (۶۷ درصد) و EC آب (۶۶ درصد) همبستگی مثبت متوسطی داشت. سختی موقت نیز همبستگی متوسطی با غلظت کلسیم و منیزیم در آب نشان داد. غلظت کلسیم آب همبستگی متوسط تا نسبتا بالایی با منیزیم، EC، TDS و نمک‌های سولفات آب داشت. غلظت منیزیم آب همبستگی متوسطی با EC، TDS و نمک‌های سولفات آب داشت. میزان TDS و EC آب همبستگی بسیار بالایی با غلظت سدیم (۹۶ درصد) و نمک‌های سولفات (۹۲ درصد) آب داشتند. همچنین TDS و EC همبستگی متوسطی با کلسیم (۵۳ درصد) و منیزیم (۶۷ درصد) آب نشان دادند. این یافته‌ها نشان می‌دهند که می‌توان به راحتی با اندازه‌گیری TDS یا EC آب مقدار سدیم یا نمک‌های سولفات آن را با دقت بالایی پیش‌بینی کرد. غلظت سدیم آب همبستگی بالایی با EC، TDS و نمک‌های سولفات آب داشت. غلظت نمک‌های سولفات آب نیز با EC، TDS، سدیم و سختی کل همبستگی بالا و با عناصر کلسیم و منیزیم یک همبستگی متوسط را نشان داد.

نتیجه‌گیری کلی

همراه با انتخاب محل و سایر شرایط مناسب جهت تأسیس مزارع دام و طیور، ضرورت دارد تا در خصوص نمونه‌برداری و آزمایش آب شرب دام و طیور از لحاظ فیزیکی، شیمیایی، عناصر کم‌نیاز، باکتریولوژی و بیولوژی اقدام کرد و در صورت نبودن منابع آب فعال نسبت به بررسی وضعیت و آمادگی منطقه از لحاظ امکان تأمین منابع جدید آب (از طریق حفر چاه یا سایر روش‌ها) اقدام نمود تا از مناسب بودن آب موجود و یا امکان اصلاح آن با روش‌های معمولی و هزینه مناسب اطمینان حاصل گردد. همچنین با توجه به اینکه اختلاف زیادی بین کیفیت آب شرب دام و طیور در مناطق مختلف استان اصفهان وجود دارد، لذا در مناطقی که غلظت برخی مواد شیمیایی آب در سطوح بالاتر از حداکثر مجاز استاندارد و یا نزدیک به آن قرار دارد بایستی کیفیت آب را قبل از بهره‌برداری و در حین آن همواره مورد آزمون قرار داد.

